

Фенольные соединения *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O.Schwarz в природе и в культуре

Т. А. ВОЛХОНСКАЯ, Н. М. ШКЕЛЬ, В. М. ТРИЛЬ

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН
630090 Новосибирск, ул. Золото долинская, 101

АННОТАЦИЯ

Приводятся оригинальные сведения по содержанию флавонолов и дубильных веществ в различных экотипах *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz в природе и в культуре.

Рассматриваются особенности накопления этих веществ в облиственных побегах и в отдельных надземных органах данного вида, собранных в разных эколого-географических условиях Алтая, а также в репродукциях нескольких поколений. Прослеживается взаимосвязь накопления флавонолов с природными факторами, влияющими на характер биохимической адаптации растений. Полученные данные представляют интерес для отбора форм с хозяйственно ценными признаками с целью дальнейших селекционных работ по созданию сорта.

К обширной группе растений, представляющих лекарственную и пищевую ценность, относится курильский чай кустарниковый – пятилистник кустарниковый *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz [1–5].

Курильский чай кустарниковый проявляет бактерицидные, антикоагулянтные, противовоспалительные, гепатопротекторные, радиопротекторные, противовирусные, иммуностимулирующие и другие свойства [6–15]. Широкий спектр его биологического действия обусловлен присутствием целого комплекса биологически активных веществ: флавоноидов, витаминов, алкалоидов, пектинов, терпеноидов, органических кислот, сахаров, макро- и микроэлементов, дубильных веществ, танинов и многих других [3, 4, 16, 17]. По мнению исследователей, биологическая активность курильского чая обусловлена в первую очередь присутствием флавоноидов, являющихся универсальными компонентами высших растений и обладающих физиологической активностью и широким спектром терапевтического действия [18, 19].

Сбор растений в естественных условиях часто очень трудоемок и малопродуктивен: многие виды не образуют зарослей, места их произрастания удалены и труднодоступны. В связи с этим внимание исследователей направлено на определение возможности и на разработку приемов введения ценных видов в культуру, а также способов промышленного выращивания [20–22].

Цель настоящих исследований – выявление особенностей накопления и разнообразия флавонолов и дубильных веществ в облиственных побегах и в отдельных надземных органах различных экотипов курильского чая кустарникового в природе и в культуре. Образцы курильского чая кустарникового в природе собраны в фазу массового цветения в разных районах Центрального и Юго-Восточного Алтая, откуда взят и исходный семенной материал для посева в культуре. Климатические условия районов естественного произрастания курильского чая на Алтае характеризуются длинной холодной малоснежной зимой (отрицательные годовые температуры), большим количеством солнеч-

ных дней, резким колебанием суточных температур. Район интродукции (лесостепная зона Западной Сибири) характеризуется более мягким климатом: положительные средние годовые температуры, нет резких колебаний суточных температур, длиннее вегетационный период, количество осадков больше, высота снежного покрова достигает 60–90 см. Но почвенные условия в низкогорьях Центрального Алтая в долинах рек более благоприятны для произрастания курильского чая и для накопления в нем биологически активных веществ.

Рассматривая экотипическую изменчивость курильского чая по нескольким группам биоморфологических признаков, В. М. Триль с соавторами [23] предложили экологический градиент для его экотипов: луговой – лесной – степной – горно-степной – субальпийский – галечниковый. При обсуждении результатов исследований мы будем придерживаться такого условного расположения экотипов.

Содержание суммы флавонолов в образцах курильского чая определяли по методу В. В. Беликова [24] с некоторой модификацией применительно к объекту исследования. Содержание суммы дубильных веществ определяли по методу Левенталя [25]. Все показатели приведены в процентах на абсолютно сухую массу сырья.

Результаты по исследованию содержания флавонолов и дубильных веществ в надземных органах различных экотипов курильского чая кустарникового, собранных в природе, представлены в табл. 1. Луговой экотип собран в пяти пунктах Горного Алтая. Из приведенных данных следует, что наиболее высокое содержание флавонолов отмечено в листьях (3–5 %), по сравнению с репродуктивными органами (2–3 %) и стеблями (0,58–0,86 %).

Степной экотип представлен одним экземпляром, взятым на высоте 1200–1300 м над ур. м. в Канской степи. И в этом случае максимальное количество флавонолов обнаружено в листьях (более 4 %).

Образцы лесного экотипа взяты из трех разных мест произрастания почти на одной высоте. Если цветки из всех мест сбора содержали около 2 % флавонолов, то в листьях их было больше (3,94–4,11 %).

У горно-степного экотипа (из двух мест произрастания) большое количество флавонолов в

листьях, чуть меньше – в цветках, незначительное – в стеблях.

Субальпийский экотип взят только с Курайского хребта. Количество флавонолов в листьях около 5 %, почти в 2 раза меньше – в цветках и 1,5 % – в стеблях.

Содержание этих веществ у галечникового экотипа также довольно высокое, особенно у образцов с хр. Чихачева. Количество флавонолов значительно во всех надземных органах.

Таким образом, у всех экотипов отмечена общая тенденция по накоплению флавонолов: их больше в листьях, чем в цветках, и меньше всего в стеблях.

Обзор содержания дубильных веществ (см. табл. 1) в надземных органах растений разных экотипов курильского чая кустарникового показал следующее: в большинстве случаев максимальное их количество в цветках, чуть ниже или одинаково в листьях и значительно меньше в стеблях.

Разное содержание флавонолов и дубильных веществ у различных экотипов свидетельствует о влиянии условий произрастания на их накопление. При этом, как и следовало ожидать, размах изменчивости внутри экотипов гораздо меньше, чем между экотипами. Так, если проанализировать содержание флавонолов в листьях, то размах изменчивости внутри лугового экотипа составляет 1,96 % (3,23–5,19), внутри лесного экотипа он составляет 0,44 % (минимальное значение – 3,94, максимальное – 4,38). Размах же изменчивости между экотипами составляет 3,17 % (минимальное – 2,02, максимальное – 5,19).

В табл. 2 представлены результаты сравнительного исследования содержания флавонолов и дубильных веществ в облиственных побегах у разных экотипов курильского чая в природе и в культуре. Из приведенных результатов следует, что довольно высокое содержание флавонолов и дубильных веществ наблюдается в луговых ценозах в поймах рек (6,50 и 16,44 % соответственно). В степях, лесных ценозах и на галечнике в высокогорьях эти показатели ниже (3–4 и 6 % соответственно). На высокогорном субальпийском лугу условия физиологической сухости близки к условиям степных ценозов, что отразилось на накоплении флавонолов и дубильных веществ.

Содержание флавонолов и дубильных веществ в надземных органах разных экотипов курильского чая в природе, %

Экотип	Место произрастания	Орган растения	Флавонолы	Дубильные вещества
Луговой	Алтай. Отроги Терехтинского хребта, ущелье Тутыгем, пойма р. Тутыгем, кустарниково-разнотравно-моховой луг*	Цветки	3,01	11,64
		Листья	5,19	10,39
		Стебли	1,16	2,90
	Окрестности с. Кара-Коба, долина р. Урсул, низкотравный сырой луг, высота 1100–1300 м над ур. м.	Цветки	2,95	7,07
		Листья	4,55	9,14
		Стебли	1,20	2,28
	Окрестности с. Кара-Кол, долина р. Каракол, кустарниково-разнотравный остепненный луг, 1200–1300 м над ур. м.	Цветки	2,58	11,64
		Листья	4,87	10,81
		Стебли	0,58	2,91
	С. Тюнгурюк, долина р. Коксы, кустарниково-разнотравный луг, 1200–1300 м над ур. м.	Цветки	2,91	9,14
		Листья	3,23	8,31
		Стебли	0,70	2,49
Окрестности с. Топучая, Семинский перевал, кустарниково-разнотравный сырой луг в пойме р. Семы, 1100–1300 м над ур. м.	Цветки	2,00	8,72	
	Листья	4,31	10,81	
	Стебли	0,72	3,53	
Степной	Окрестности с. Усть-Кан, Канская степь, разнотравно-мелкодерновинно-злаковая степь, 1200–1300 м*	Цветки	2,59	11,64
		Листья	4,38	9,98
		Стебли	0,68	3,32
Лесной	Окрестности с. Абай, редкостойный кустарниково-разнотравный лиственный лес, 1100–1200 м над ур. м.	Цветки	2,40	8,73
		Листья	3,94	9,14
		Стебли	0,58	3,74
	Окрестности с. Каракол, кустарниково-разнотравно-моховой лиственный лес, 1200–1300 м над ур. м.	Цветки	2,16	10,81
		Листья	4,11	12,05
		Стебли	0,78	3,74
Окрестности с. Кара-Коба, редкий кустарниково-разнотравный лиственный лес, 1100–1300 м над ур. м.	Цветки	2,18	8,31	
	Листья	4,09	9,98	
	Стебли	0,78	3,32	
Горно-степной	Окрестности с. Усть-Кан, южный остепненный склон, 1300–1500 м над ур. м.	Цветки	2,50	8,31
		Листья	4,30	9,14
		Стебли	0,86	3,32
	Кырлыкский перевал, ю-в склон, кустарниково-разнотравно-луговая степь, 1500–1800 м над ур. м.	Цветки	4,41	12,05
		Листья	4,62	8,31
		Стебли	0,85	3,32
Субальпийский	Курайский хребет, субальпийский манжетково-разнотравный луг, 2200 м над ур. м.	Цветки	2,49	7,89
		Листья	5,03	8,31
		Стебли	1,41	3,32
Галечники	Хребет Чихачева, галечниковая пойма ручья, 2100 м над ур. м.*	Цветки	2,70	6,23
		Листья	4,82	9,56
		Стебли	1,11	3,32
	Окрестности с. Элекмонар, берег р. Катунь, галечник, 600–800 м над ур. м.	Цветки	2,75	12,87
		Листья	4,50	12,17
		Стебли	0,56	4,16

* Места сбора семенного материала.

Курильский чай кустарниковый сформировался в прошлом как вид в низкогорьях Центральной Азии в долинах рек и имел изначально мезофильную природу [23]. В дальнейшем в связи с изменяющимися климатическими условиями в сторону ксерофитизации дифференциация этого вида шла по пути приспособления к более ксерофильным условиям, завоевывая новые экологические ниши. Если проследить накопление

флавонолов и дубильных веществ у экотипов в рамках градиента: степной – горно-степной – луговой – лесной – субальпийский – галечниковый (4,6/11,3 – 2,6/6,4 – 6,5/16,4 – 3,2/12,8 – 4,1/7,3 – 3,3/6,4), то выделяется луговой экотип с более мезофильной структурой.

По сравнению с природой, в экотипах окультуренных растений содержание флавонолов более выравнено (см. табл. 2). Почти вдвое

Т а б л и ц а 2

**Содержание флавонолов и дубильных веществ
в облиственных побегах разных экотипов
курильского чая кустарникового
в природе и в культуре, %**

Экотип	Природа		Культура	
	Флаво- нолы	Дубиль- ные ве- щества	Флаво- нолы	Дубиль- ные ве- щества
Степной	4,63	11,30	3,70	9,70
Горно-степной	2,65	6,46	3,68	8,25
Луговой	6,50	16,44	3,68	8,48
Лесной	3,15	12,80	3,20	10,90
Субальпийско- луговой	4,12	7,29	3,92	6,98
Галечниковый	3,30	6,41	3,40	7,20

снижается количество флавонолов и дубильных веществ в луговом экотипе, несколько уменьшается в степном и субальпийском, в лесном и галечниковом остается без изменения и лишь в горно-степном чуть повышается. Оценка изменчивости анализируемых признаков в природе и в культуре по экотипам показала, что по содержанию флавонолов размах изменчивости в культуре снизился в 5,4 раза, а по дубильным веществам – в 3,3 раза. Резкое снижение изменчивости в культуре указывает на значительную долю влияния среды на эту величину. Сопоставление полученных результатов с данными морфологического анализа [23] показывает, что по сравнению с другими экотипами продуктивность растений степного и лугового экотипов в культуре значительно увеличивается. Эти экотипы представляются наиболее перспективными для включения в дальнейшие исследования по интродукции. Данные результаты позволяют предположить, что в условиях культуры возможно получение выравненной интродукционной популяции с достаточно высоким содержанием флавонолов и дубильных веществ.

В течение ряда лет мы изучали накопление флавонолов в надземных органах степного экотипа разного возраста. Семена собраны на Алтае в окрестностях с. Усть-Кан. Образцы для анализов брали в культуре ежегодно в фазу массового цветения в одно и то же время суток. Результаты определения содержания флавонолов у экземпляров растений 3, 4, 5, 6 и 7-летнего возраста представлены в табл. 3. Анализ накопления флавонолов в цветках показывает до-

статочно стабильные значения в растениях в период цветения курильского чая разного возраста; по содержанию флавонолов в листьях прослеживается тенденция увеличения значений с увеличением возраста растений.

Возрастание содержания флавонолов в листьях растений разного возраста в период массового цветения, по-видимому, связано с последующей утилизацией этих веществ для осуществления физиолого – биохимических функций [18].

Приведенные сведения о накоплении флавонолов в отдельных надземных органах курильского чая разного возраста свидетельствуют о том, что плантации этого растения могут использоваться в течение многих лет как источники сырья для медицины и пищевой промышленности [5, 13].

Изучалось содержание флавонолов и дубильных веществ в облиственных побегах разных репродукций некоторых экотипов курильского чая. Все образцы на анализ взяты в одно и то же время в период массового цветения в 1992 г. Результаты представлены в табл. 4. У лугового экотипа происходит достаточно стабильное накопление флавонолов как у исходного образца, так и у последующих поколений – на уровне 3,5 %; у остальных экотипов отмечена тенденция снижения содержания этих веществ от исходного к третьему поколению. По сравнению с природой в культуре, как было указано выше, происходит выравнивание биохимических показателей, о чем свидетельствуют приведенные данные (см. табл. 4). Это подтверждают и результаты определения содержания дубильных веществ в разных репродукциях, количество которых составляет 7–10 %. По-видимому, растительный организм адаптируется к условиям культуры, но каким образом – требует дальнейших исследований.

В табл. 4 для сравнения приведены данные по содержанию флавонолов и дубильных ве-

Т а б л и ц а 3

**Содержание флавонолов в надземных органах
курильского чая разного возраста (степной экотип), %**

Возраст растений, лет	Цветки	Листья	Стебли
3	3,02	2,74	0,82
4	2,84	3,33	0,78
5	2,88	3,89	0,73
6	3,10	5,06	0,85
7	2,59	4,87	1,11

Таблица 4

**Содержание флавонолов и дубильных веществ
в облиственных побегах разных репродукций
различных экотипов курильского чая, %**

Экотип	Репродукция	Флаво- нолы	Дубильные вещества
Луговой	Исходная форма	3,68	8,48
	I	3,83	9,40
	II	3,65	8,00
	III	3,65	9,35
Степной	Исходная форма	3,70	9,70
	I	3,78	10,70
	II	3,55	9,11
	III	2,94	8,71
Субаль- пийский	Исходная форма	3,92	6,98
	I	3,32	7,65
	II	3,69	7,61
	III	2,65	7,02
Галечниковый	Исходная форма	3,40	7,20
	I	4,15	8,12
	II	3,65	8,06
	III	2,49	7,85
Семена из Бота- нического сада г. Днепропет- ровска	Исходная форма	3,55	9,48
	I	4,99	10,47
	II	4,24	8,50
	III	3,16	7,98

цеств в образцах курильского чая, семена кото-рых переданы из Ботанического сада г. Дне-пропетровска. Количество флавонолов и ду-бильных веществ в облиственных побегах как в исходной форме курильского чая, так и в ре-продукциях не меньше, чем у различных экоти-пов Алтайского происхождения. Первая и вто-рая репродукции содержат этих веществ 4,99 и 4,24 % соответственно. В третьей репродукции количество флавонолов несколько снижается, но сохраняется на уровне 3 %. Это свидетельст-вует о том, что условия интродукции (лесостеп-ная зона Западной Сибири) благоприятны для накопления биологически активных веществ в репродукциях курильского чая из других гео-графических районов.

Таким образом, в результате исследования накопления биологически активных веществ у различных экотипов курильского чая кустар-никового установлено, что содержание флаво-нолов и дубильных веществ в условиях культу-ры практически не меньше, чем в природе. Раз-ное количество флавонолов и дубильных ве-ществ у различных экотипов показывает суще-ственное влияние условий произрастания на их накопление. Размах изменчивости внутри эко-

типов гораздо меньше, чем между экотипами. Полученные результаты позволяют заключить, что медицинская и пищевая промышленности могут быть обеспечены сырьем курильского чая, содержащим достаточно высокое количест-во биологически активных веществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. М. Федосеева, *ХПС*, 1979, 8, 578.
2. В. В. Телятьев, *Полезные растения Центральной Си-бири*, Иркутск, 1987, 400.
3. *Растительные ресурсы СССР*, Л., 1987, 58.
4. Н. М. Шкель, Е. П. Храмова, Е. В. Кузаков и др., *Химия в интересах устойчивого развития*, 1997, **50**: 1, 123–127.
5. Н. М. Шкель, В. М. Триль, Т. А. Волхонская, Способ получения заменителя чая. Патент № 2061383. Бюл. 16, 1996.
6. А. И. Шретер, *Лекарственная флора советского Даль-него Востока*, М., Медицина, 1975, 328.
7. Г. М. Федосеева, Г. И. Бочарова, В. М. Минович, *Научные труды НИИ фармации*, М., 1995, 34, 87–90.
8. В. М. Триль, Е. С. Шишкина, *Ресурсы и интродукция полезных растений Сибири*, Новосибирск, Наука, Сиб. отд-ние, 1981, 147–154.
9. А. Ю. Матвеев, *Новые лекарственные препараты из растений Сибири и Дальнего Востока*, Томск, вып. 2, 180–187.
10. В. С. Чучалин, А. Ю. Матвеев, *Исследования гепато-защитных свойств сухих экстрактов лапчатковидных растений*, Томск, 1989, Деп. в ВИНТИ, 0.4.89, 1239–89
11. А. Ю. Матвеев, Л. А. Сибирева, Т. П. Прищеп, В. М. Триль, *Бюл. СО АМН СССР*, 1990, 1, 77–79.
12. Н. Я. Костеша, Л. А. Лицкевич, А. Ю. Матвеев, *Здоровье человека в Сибири*, Красноярск, 1990, 83.
13. О. Р. Грек, Т. А. Волхонская, В. М. Триль и др., *Способ получения вещества, обладающего противови-русной и иммуностимулирующей активностью*. Па-тент № 2072865, Бюл. 4, 1997.
14. Т. А. Асеева, К. Ф. Блинова, Г. П. Яковлев, *Лекар-ственные растения Тибетской медицины*, Новоси-бирск, Наука, Сиб. отд-ние, 1985, 160.
15. С. А. Вичканова, В. В. Адгина, С. Б. Изосимова, Т. В. Фатеева, Тез. докл. Всесоюз. конф. *Новые лекарственные препараты из растений Сибири и Дальнего Востока*, Томск, 1986, 30–31.
16. В. М. Триль, *Растительные ресурсы Южной Сибири и пути их освоения*, Новосибирск, Наука, Сиб. отд-ние, 1977, 33–45.
17. Т. В. Ганенко, А. Л. Верещагин, А. А. Семенов, *ХПС*, 1991, 2, 285–286.
18. В. Г. Минаева, *Флавоноиды в онтогенезе растений и их практическое использование*, Новосибирск, Наука, Сиб. отд-ние, 1978, 253.
19. М. Н. Запрометов, *Фенольные соединения: распро-странение, метаболизм и функции в растениях*, М., наука, 1993, 272.
20. К. А. Соболевская, *Бюл. ГБС*, 1971, 81, 54–59.
21. К. А. Соболевская, *Ускорение интродукции растений Сибири. Задачи и методы*, Новосибирск, Наука, Сиб. отд-ние, 1989, 159.

22. Н. И. Майсурадзе, Интродукция новых лекарственных растений (сборник статей), М., 1973, 245.
23. В.М. Триль, А.Д. Кулешов, Экологические проблемы интродукции растений на современном этапе: вопросы теории и практики, Матер. Междунар. конф., Краснодар, 1993, 587–590.
24. В. В. Беликов, Растительные ресурсы, Т. XXI, 1985, вып. 3, 350–358.
25. Государственная фармакопея, X изд., 1968, 212, 816.

Phenolic Compounds of *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz in Nature and in Culture

T. A. VOLKHONSKAYA, N. M. SCHKEL, V. M. TRIL

Original data on the flavonol and tannin content of different ecotypes of *Pentaphylloides fruticosa* in nature and under cultivation are given. Peculiarities of accumulation of these substances in leafy twigs and separate above-ground organs of this species in different ecological-geographical habitats of the Altai are considered. Relationship between the accumulation of flavonols and natural factors influencing plant biochemical adaptation are followed up. The data obtained are of interest for selection of useful forms and breeding for the purpose of development of the variety.